

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА  
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



# ЗБОРНИК РАДОВА

**XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ  
Сребрно језеро  
27- 29. септембар 2017. године**

**Београд  
2017. године**

**SOCIETY FOR RADIATION PROTECTION OF  
SERBIA AND MONTENEGRO**



# PROCEEDINGS

**XXIX SYMPOSIUM DZZSCG**

**Srebrno jezero**

**27- 29. September 2017**

**Belgrade  
2017**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ  
27-29.09.2017.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“  
Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Др Борислав Грубор

Уредници:

Др Јелена Станковић Петровић  
Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-144-3

©Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Јелена Станковић Петровић, Гордана Пантелић

Штампа:

Институт за нуклеарне науке ”Винча”, Мике Петровића Аласа 12-14, 11351  
Винча, Београд, Србија

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2017.

## MERENJE AMBIJENTALNOG EKVIVALENTA DOZE PASIVNIM DOZIMETRIMA PRILIKOM IZVOĐENJA HBRN OBUKE

**Jelena STANKOVIĆ PETROVIĆ, Gordana PANTELIĆ, Đorđe LAZAREVIĆ i Jelica KALJEVIĆ**

*Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča”, Beograd, Srbija,  
jelena.stankovic@vinca.rs*

### SADRŽAJ

*Za potrebe obuke lica za delovanje u slučaju hemijskih, bioloških, radioloških i nuklearnih akcidenata (HBRN) uspostavljena je platforma u okviru Instituta za nuklearne nauke Vinča (INNV). Na samoj platformi se između ostalih izvode praktična uvežbavanja: lociranja radioaktivnog izvora, obezbeđivanja izvora i različitih scenarija dekontaminacije. Jedna od nadležnosti Laboratorije za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine (Zaštita) je da primeni odgovarajuće mere radi kontrolisanog izlaganja jonizujućem zračenju pojedinaca na platformi kao i radnika INNV. U ovom radu su prikazani rezultati merenja ambijentalnog ekvivalenta doze,  $H^*(10)$  pomoću termoluminescentnih dozimetara (TLD) koji su postavljeni u cilju monitoringa okoline tokom HBRN vežbe koja je izvedena u aprilu 2017. Merenja su vršena postavljanjem TLD na 22 lokacije na samoj platformi i van nje u trajanju od 14 dana. Izmerena srednja vrednost  $H^*(10)$  iznosi  $34 \mu\text{Sv}$  za posmatrani period što pokazuje da nije došlo do značajnog povećanja ambijentalne ekvivalentne doze u odnosu na osnovni nivo prirodnog zračenja.*

### 1. UVOD

Saniranje posledica vanrednih situacija koje su posledica hemijskog, biološkog, radiološkog, nuklearnog delovanja i eksplozija (HBRN ili HBRNe) se često razmatra zajedno [1]. Posledice ovakvih situacija, bilo da je reč o terorističkom aktu ili nesreći, mogu zahvatiti veću grupu ljudi i to za vrlo kratko vreme. Profesionalno osoblje sa zadatkom da sanira situaciju ili pomogne žrtvama (hitna pomoć, vatrogasci, policija, vojska i sl.) pored redovnih dužnosti potrebno je da prepozna štetne agense i da izvrši kompleksne zadatke u kontaminiranoj sredini. Publikovana su zapažanja da veći deo interventnih jedinica nema adekvatan trening kada je u pitanju pripravnost i odgovor na radiološki tj. nuklearni akcident [2].

U INNV je 2016. godine uspostavljena platforma koja je upravo predviđena za osposobljavanje profesionalaca za delovanje na HBRN opasnosti. U aprilu 2017. organizovana je sopstvena obuka Austrijske vojske uz logističku podršku laboratorije „Zaštita”. HBRN obuka koja je bila organizovana na platformi, kao i u prostorijama laboratorije „Zaštita” u INNV je obuhvatila primenu sledećih otvorenih izvora jonizujućeg zračenja:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ; i zatvorenih:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{232}\text{Th}$  i DU. Vežbe koje su uključivale ove izvore izvođene su u strogo kontrolisanim uslovima i bile su prilagođene polaznicima i njihovim nadležnostima, i to: lociranje izvora i njegovo obezbeđivanje, dekontaminacija ljudi i vozila.

Laboratorija „Zaštita”, grupa za TL dozimetriju je za vreme obuke vršila monitoring učesnika, u vidu merenja  $H_p(10)$ , i okoline, u vidu merenja  $H^*(10)$ , radi bezbednosti samih učesnika kao i radnika INNV. U ovom radu su prikazani rezultati monitoringa okoline, oko i na platformi.

## 2. MATERIJALI I METOD

Grupa za TL dozimetriju Laboratorije „Zaštita” koristi dozimetre koje proizvodi *Harshaw* i koji se sastoje od dva termoluminiscentna (TL) detektora baziranim na  $7\text{-LiF:Mg,Cu,P}$  (TLD-700H<sup>TM</sup>), i namenjenih za monitoring gama i beta zračenja u prirodnom okruženju, a u skladu sa odgovarajućim Pravilnikom [3]. TLD čitač je „*Harshaw Model 6600 PLUS Automated TLD Reader*” (*Thermofisher Scientific, SAD*). Kalibracioni faktor čitača za merenje ambijentalnog ekvivalenta doze,  $H^*(10)$  je određen u  $^{137}\text{Cs}$  u skladu sa odgovarajućim Standardom [4]. Ozračivanje radi kalibracije je izvršeno u laboratoriji „Zaštita” koja poseduje sekundarni standard za merenje kerme u vazduhu čime je obezbebeđena sledljivost do nacionalnog etalona [5].

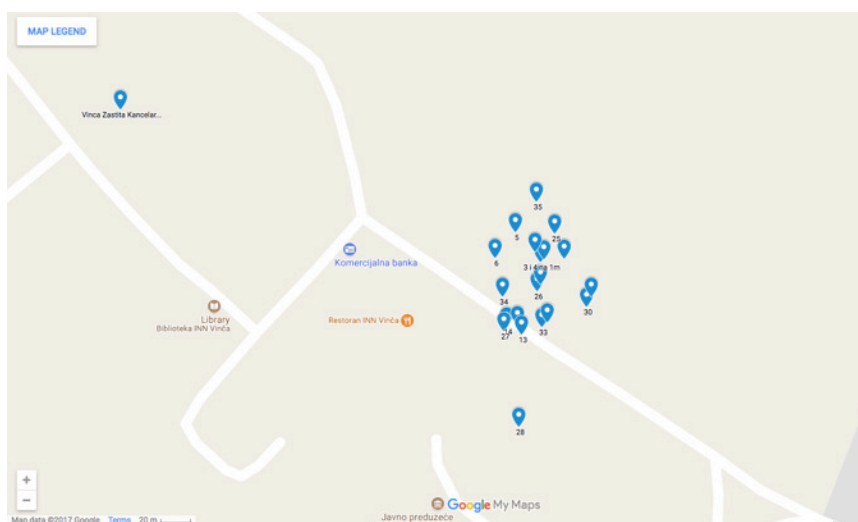
Dozimetri su pre korišćenja dva puta podvrgnuti proceduri poništavanja sadržaja, na temperaturi od 250°C.

Tako pripremljeni dozimetri su na platformi bili postavljeni na 1 m visine od tla, zaštićeni plastičnim kutijama i/ili kesicama, kao što je prikazano na slici 1.



**Slika 1. Različiti načini postavljanja TLD na platformi i van nje sa plastičnim zaštitama**

Pozicije na kojima su postavljeni TLD su sledeće: 8 pozicija u centru platforme i 11 na ogradi platforme tako da je pokrivena sa svih strana, sa povećanim brojem dozimetara na strani ka institutskom putu, i 3 pozicije van platforme, a blizu ulaza na platformu.



**Slika 2. Lokacija postavljenih TLD-a**

Akvizicija signala dozimetra je vršena pomoću temperaturnog profila koji podrazumeva inkrementaciju temperature brzinom 15°C/s do maksimalnih 250°C. Ukupno vreme čitanja jednog dozimetra je približno 23 s.

## 4. REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1. su prikazani identifikacioni brojevi dozimetara, položaj na platformi i van nje i rezultati očitavanja dozimetara u smislu ambijentalnog ekvivalenta doze  $H^*(10)$ . Srednja vrednost merenja sa standardnom devijacijom za 14 dana, kao i minimalne i maksimalne vrednosti su  $(33,82 \pm 4,28) \mu\text{Sv}$ ,  $26,4 \mu\text{Sv}$  i  $40,84 \mu\text{Sv}$ , respektivno. Dobijene srednje jačine ambijentalnog ekvivalenta doze za dati period su  $0,101 \mu\text{Sv/h}$ ,  $0,079 \mu\text{Sv/h}$  i  $0,122 \mu\text{Sv/h}$ , respektivno srednja, minimalna i maksimalna vrednost.

**Tabela 1. Rezultati očitavanja TLD za okolinu**

| Redni br. | Dozimetar | Položaj               | $H^*(10)[\mu\text{Sv}]$ |
|-----------|-----------|-----------------------|-------------------------|
| 1         | 100081    | I stub napred/1       | 32,51                   |
| 2         | 100253    | I stub nazad/2        | 29,46                   |
| 3         | 100030    | II stub gore/3        | 28,98                   |
| 4         | 100257    | II stub dole/4        | 28,96                   |
| 5         | 100046    | stub/desno nazad/5    | 37,87                   |
| 6         | 100256    | stub/sredina nazad/6  | 39,30                   |
| 7         | 100084    | stub/levo nazad/9     | 37,4                    |
| 8         | 100255    | stub/sredina napred/8 | 28,72                   |
| 9         | 100072    | ograda/istok/31       | 26,4                    |
| 10        | 100085    | ograda/sever/29       | 34,57                   |
| 11        | 100042    | ograda/sever/25       | 38,56                   |
| 12        | 100251    | ograda/istok/30       | 33,56                   |
| 13        | 100250    | ograda/jug/32         | 38,29                   |
| 14        | 100000    | ograda/jug/33         | 37,2                    |
| 15        | 100011    | ograda/zapad/35       | 32,34                   |
| 16        | 100305    | kod rampe desno/28    | 32,00                   |
| 17        | 100026    | drvo/14               | 40,84                   |
| 18        | 100022    | ograda/zapad/34       | 32,83                   |
| 19        | 100035    | drvo/15               | 38,82                   |
| 20        | 100053    | terasa/13             | 35,98                   |
| 21        | 100306    | kod rampe levo/27     | 31,22                   |
| 22        | 100024    | kod rampe levo/26     | 28,31                   |

U poređenju sa javno dostupnim podacima na sajtu Agencije za zaštitu od jonizujućih zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije [6], rezultati dobijeni ovim merenjima su u saglasnosti sa zvaničnim vrednostima za lokaciju Vinča ako se u obzir uzme i merna nesigurnost TLD metode za merenje  $H^*(10)$  od 36%, ( $k=2$ ). Ovde prikazana srednja vrednost jačine doze od  $0,101 \mu\text{Sv/h}$  je viša od  $0,069 \mu\text{Sv/h}$  objavljenih za 2015. na

lokaciji Vinča [7], ali se uzimanjem u obzir merne nesigurnosti merenja, takođe može reći da su ova dva rezultata u saglasnosti. Objavljeni rezultati za duži period merenja, od 1999. do 2009. [8], koji iznose od 0,0972  $\mu\text{Sv/h}$  do 0,1538  $\mu\text{Sv/h}$ , pokazuju da nije došlo do odstupanja od vrednosti tipičnih za područje Beograda.

### 5. ZAKLJUČAK

U cilju monitoringa okoline tokom sprovođenja HBRN obuke - treninga, postavljeno je 22 TL detektora na platformu konstruisanoj za ovu vrstu treninga u INNV. Merenjima dobijena srednja vrednost  $H^*(10)$  od 34  $\mu\text{Sv}$  za posmatrani period, tj. 0,101  $\mu\text{Sv/h}$  pokazuje da nije došlo do značajnog povećanja ambijentalne ekvivalentne doze u odnosu na onu koja potiče od prirodnog fona jonizujućih zračenja. Ovaj rad je obuhvatio jednu obuku u trajanju od 14 dana u INNV, kao jednu studiju slučaja. Za pouzdanije podatke i relevantne zaključke potrebno je da se obuhvati veći broj obuka različitih timova.

### 6. ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru projekata III43009.

### 7. LITERATURA

- [1] A. C.S. Linney, W. G. Kernohan, R. Higginson. The identification of competencies for an NHS response to chemical, biological, radiological, nuclear and explosive (CBRNe) emergencies. *International emergency nursing*, 19(2), 96-105. 2011.
- [2] D. Kollek, M. Welsford, K. Wanger. Chemical, biological, radiological and nuclear preparedness training for emergency medical services providers. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 11(4), 337-342. 2009.
- [3] Pravilnik o utvrđivanju programa sistematskog ispitivanja radioaktivnosti u životnoj sredini. Sl. Glasnik br. 100/10. 2010.
- [4] X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose-rate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence. ISO 4037-3. 1999.
- [5] J. Stanković, J. Kaljević, F. Vanhavere, M. Živanović, S. Čeklić, D. Arandić, O. Ciraj-Bjelac. Rezultati interkomparacije servisa za ličnu dozimetriju. *Zbornik radova XXVIII Simpozijum DZZSCG*, 30. sept.-2. okt. 2015, Vršac, 323-327. ISBN 978-86-7306-135-1.
- [6] <http://www.srbatom.gov.rs/srbatom/zracenje/index.htm> (pristup 28.06.2017)
- [7] G. Pantelić, J. Kaljević, D. Todorović, J. K. Nikolić, M. Rajačić, J. Stanković Petrović, M. Janković. Concentrations of Radionuclides in Soil and Assessment of the Environmental Gamma Dose. *Book of Abstracts*, V. Terrestrial Radioisotopes in Environment, Veszprém, Hungary, 17-20th May, 2016. ISBN 978-963- 12-5537- 9. DOI 10.18428/TREICEP-2016.

- [8] M. Jevremović, N. Lazarević, D. Rajić, A. Nouri, A. Jamhour. Monitoring Background Radiation in Belgrade - Kumodraž Location from 1999 to 2009. *Scientific Technical Review*, 59(2), 73-77. 2009.

**THE MEASUREMENT OF AMBIENT DOSE EQUIVALENT BY PASSIVE DOSIMETERS METHOD DURING CBRN EXERCISE**

**Jelena STANKOVIĆ PETROVIĆ, Gordana PANTELIĆ, Đorđe LAZAREVIĆ i Jelica KALJEVIĆ**

*Vinca Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade, Serbia,  
jelena.stankovic@vinca.rs*

**ABSTRACT**

*For the purpose of professional responder training in the case of chemical, biological, radiological and nuclear accidents (CBRN), a training platform was established within the Vinca Institute of Nuclear Sciences (INNV). On the platform, among other things, practical exercises are carried out such as: locating radioactive sources, securing sources and various decontamination scenarios. One of the responsibilities of the Department of Radiation and Environmental Protection (Zastita) is to apply specific measures for the controlled exposure to ionizing radiation of individuals on the platform as well as of INNV workers. This paper presents the ambient dose equivalent  $H^*(10)$ , measured using thermoluminescent dosimeters (TLDs) that were set up to monitor the environment during the CBRN exercise in April 2017. The measurements were made by placing the TLD at 22 locations on the platform itself, and out of it for 14 days. The mean  $H^*(10)$  is 33  $\mu\text{Sv}$  for the observed period, which shows that there was no significant increase in the ambient dose relative to the background level.*